

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2003-090229**

(43)Date of publication of application : **28.03.2003**

(51)Int.Cl.

**F02C 7/00**

**F02C 7/18**

(21)Application number : **2001-285046**

(71)Applicant : **AMAGASAKI TOKUZAIKEN:KK**

(22)Date of filing : **19.09.2001**

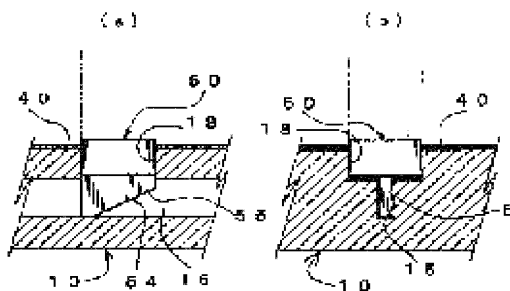
(72)Inventor : **TAKEUCHI JUN**

## (54) COATING METHOD FOR GAS TURBINE TAIL CYLINDER AND FILLING TAP

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform efficient work for applying a coating of a heat insulating film to the inner face of the tail cylinder of a gas turbine without causing the fouling of air outlets or functional troubles.

**SOLUTION:** The method of forming the heat insulating film 40 on the inner face of the tail cylinder 10 of the gas turbine comprises a step (a) of filling a number of air outlets 18 opening to the inner face of the tail cylinder 10 with a filling tap 50 of a heat resistant material, a step (b) of applying a coating of the heat insulating film 40 to the inner face of the tail cylinder 10 with plasma spray coating, and a step (c) of removing the filling tap 50.



\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A method of forming a thermal insulation film in an inner surface of a tail pipe of a gas turbine, comprising:

A process of packing a stopper which becomes an inner surface of said tail pipe from heat-resistant material to an air blow-off hole of a large number which carry out an opening (a).

A process (b) of carrying out coating formation of the thermal insulation film by a plasma metal spray at an inner surface of said tail pipe.

A process (c) of removing said stopper.

[Claim 2] A coating method of the gas turbine tail pipe according to claim 1 characterized by comprising the following.

A process in which said process (a) fills a stopper longer enough than the immersion depth to said air blow-off hole in the state where some stoppers project besides an air blow-off hole (a-1).

A process of removing at least a part of portion which projects besides an air blow-off hole among stoppers (a-2).

[Claim 3] Are a stopper used for a method according to claim 1 or 2, and A fluoro-resin, It consists of any one sort of heat-resistant resin materials chosen from a group which consists of silicone resin, polyimide resin, and polyamideimide resin, A stopper whose overall length are 200-300 \*\* in heat-resistant temperature, an insert portion to said air blow-off hole is the substantially same sectional shape as said air blow-off hole, and is longer than the immersion depth to said air blow-off hole 1-20 mm.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention about the coating method and stopper of a gas turbine tail pipe in detail, It is aimed at the method of coating with a thermal insulation film the inner surface of the tail pipe arranged before a turbine blade by the tail edge of a burner with the component parts of the gas turbine used for power generation, and the stopper used for this method.

[0002]

[Description of the Prior Art] The heat-resistant alloy etc. are used for the parts which combustion gas etc. contact among the component parts of a gas turbine, and are exposed to an elevated temperature. Coating a thermal insulation film further is proposed on the surface of the heat-resistant alloy in the part exposed especially to an elevated temperature. As a thermal insulation film, the art which coats the charge of a ceramic material with a plasma metal spray is known. A plasma metal spray heats and accelerates a thermal spray material with a plasma jet, changes it into melting or the state near it, is sprayed, and makes a film form. There is a tail pipe as component parts of the gas turbine which provides a thermal insulation film. A tail pipe is a tail edge of the burner of a gas turbine, is arranged before a turbine blade and achieves the function to guide the high-speed combustion gas emitted with the burner to a turbine blade at an elevated temperature.

[0003] The material the inner surface of such a tail pipe excelled [ material ] in the material of the tail pipe at heat resistance since the combustion gas of the elevated-temperature high speed contacted is required. As

a material of a common tail pipe, the Hastelloy alloy (a trade name, the Union Carbide Corp. make) etc. are used. There is art of making air blowing off from the inner surface of a tail pipe in a tail pipe for the purpose of cooling of a tail pipe, the air supply to combustion gas, etc. A countless detailed air blow-off hole is provided in the inner surface of a tail pipe. The aeration way which is open for free passage to the air blow-off hole of an inner surface is established in Kabeuchi of a tail pipe, and the air sink hole which is open for free passage on an aeration way is also provided in the outside surface of a tail pipe. If it is going to coat with a thermal insulation film the tail pipe which has the above mentioned air blow-off hole, coating material will invade and adhere to the inside of an air blow-off hole, and the problem that get an air blow-off hole blocked, or the function of air blow off is spoiled will arise.

[0004]Although blasted to the inner surface of a tail pipe as a head end process of coating by a plasma metal spray by the coating work of a thermal insulation film, the abrasive grain of the abrasives used by this blasting may be got blocked in an air spit hole. Then, sticking a wrap cover tape is conventionally performed to the inner surface of the tail pipe in the air blow-off hole before a plasma metal spray or blasting. In the usual tail pipe, the air blow-off hole is located in a line with seriate with the constant interval narrow in comparison, and two or more rows are located in a line at the interval such whose a hole line is comparatively large. Then, it has prevented sticking a cover tape with a binder and a thermal spray material and the abrasive grain of blasting invading into an air blow-off hole for said every hole line.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, the above mentioned cover tape summarizes the air blow-off hole of one row, is that of a wrap and will be covered with a cover tape also about the tail pipe inner surface of the omitted portion of each air blow-off hole. A thermal insulation film is not formed in the tail pipe inner surface covered with the cover tape, but there is a problem that a thermal insulation function falls in it. Although sticking a cover tape finely for each air blow-off hole of every is also considered, in order to certainly fix the cover tape to the tail pipe inner surface, it is necessary to stick a cover tape about the fixed range outside the common-law marriage of an air blow-off hole even in such a case. If the attachment width of a cover tape is narrow, when the pressure of plasma flow, etc. will be added by a coating process or an abrasive grain will collide by blasting, a cover tape floats, or it separates and there is a fear of coating material invading into the inside of an air blow-off hole.

[0006]When using a cover tape, in the coating work by a plasma metal spray. Also after being exposed to hot plasma flow and fused thermal spray material, a binder's melting, adhering to the inside of an air blow-off hole and removing a cover tape, it may remain in the inside of an air blow-off hole. Very difficult work removes the binder which remained and adhered to the inside of a detailed air blow-off hole. It is difficult to remove the binder which adhered so that it might be printed on an air blow-off hole in response to the high temperature of a plasma metal spray. And it is substantially impossible inside a complicated-shaped tail pipe to inspect whether the binder has adhered to the inside about all the air blow-off holes after a coating process.

[0007]Then, the technical problem of this invention is enabling it to perform efficiently coating work of the thermal insulation film to the above mentioned tail pipe inner surface, without making plugging and the functional disorder of an air blow-off hole start.

[0008]

[Means for Solving the Problem] A coating method of a gas turbine tail pipe concerning this invention is provided with the following.

A process of being how to form a thermal insulation film in an inner surface of a tail pipe of a gas turbine, and packing a stopper which consists of heat-resistant material to an air blow-off hole of a large number which carry out an opening to an inner surface of said tail pipe (a).

A process (b) of carrying out coating formation of the thermal insulation film by a plasma metal spray at an inner surface of said tail pipe.

A process (c) of removing said stopper.

[Gas turbine tail pipe] As a gas turbine and a tail pipe, it is applicable to a thing provided with the usual structure.

[0009] There are an object for power generation, an object for an organization drive, etc. in a gas turbine, and it is also in capacity from kW unit to a thing of thousands of MW class, and can apply to anything of a use of them. It is useful to a large-sized gas turbine for power generation which aims at a temperature rise of combustion temperature especially. A tail pipe is arranged between a tail edge of a burner of a gas turbine, and an entrance of a turbine cascade, and achieves a function to show combustion gas to a turbine blade. Heat-resistant materials which bear material of a tail pipe at contact with hot combustion gas are used. Specifically, the Hastelloy alloy (a trade name, the Union Carbide Corp. make) etc. are used.

[0010] Fundamentally, shape of a tail pipe is making the outline taper tubed which connects smoothly tail edge shape of a burner, and entrance shape of a turbine cascade. An air blow-off hole is provided in an inner surface of a tail pipe. Air flows into an air blow-off hole from the exterior of a tail pipe, and air is supplied to a building envelope of a tail pipe. This air has the operation which lowers temperature of combustion gas and a tail pipe inner surface. There is also an operation which makes kinetic energy of air added to a turbine blade increase. Although in particular a path or shape of an air blow-off hole are not limited, they make the shape of a pillar of a round cross section, and, generally, are set as the range of 1–10–mm caliber. An ellipse form and a slit shape air blow-off hole also have a section. As for an air blow-off hole, it is common to open an interval in a hoop direction of a tail pipe, to be arranged seriate, to open an interval in shaft orientations of a tail pipe, and to provide two or more rows of this sequence in them. If arrangement density of an air blow-off hole is high in the downstream near a turbine blade and it becomes the upstream in shaft orientations of a tail pipe, an air blow-off hole will decrease and an air blow-off hole will not be provided in a side near a burner in many cases.

[0011] In a wall surface of a tail pipe, an aeration way which is open for free passage to two or more air blow-off holes is provided, and an aeration way is open for free passage to an air sink hole provided in the outside surface side of a wall surface. Air of outside space of a tail pipe is supplied to a building envelope of a tail pipe through an aeration way and an air blow-off hole from an air sink hole. In the meantime, an operation in which a tail pipe is cooled by air is demonstrated.

[Thermal insulation film] It interrupts that an elevated temperature of combustion gas is transmitted to a tail pipe and the exterior, and in order to raise the heat resistance of gas turbine structure containing a tail pipe, a thermal insulation film is provided in an inner surface of a tail pipe. As a thermal insulation film, coating formation of a charge of a ceramic material and a charge of an alloy excellent in heat resistance or the thermal insulation effect is carried out by a plasma metal spray at a tail pipe inner surface. Usually, since it

becomes about 800–1600 °C with inlet temperature of a heat chamber, it will be exposed to a remarkable elevated temperature also about a tail pipe. Material which can demonstrate heat resistance corresponding to such hot environments as a thermal insulation film is used. As a material of a concrete thermal insulation film, zirconia,  $\text{ZrO}_2\text{--}8\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2\text{--}24\text{MgO}$ , CoNiCrAlY (Koni Clary alloy), NiCrAlY (NIKURARI alloy), etc. are mentioned. A layer from which material differs may be laminated and a thermal insulation film may be constituted. Usually, an undercoat layer which consists of a charge of an alloy, and a topcoat layer which consists of a charge of a ceramic material are combined. Although thickness of a thermal insulation film changes also with the material of construction or military requirements, a range of it is usually 300–600 micrometers on the whole.

[0012][\*\* plug] In a formation process of a thermal insulation film by a plasma metal spray, a duty which closes an air blow-off hole is achieved. The characteristic required of material of a stopper is closing an air blow-off hole certainly between the above-mentioned plasma metal sprays, and being able to prevent material of a thermal insulation film, etc. from invading inside an air blow-off hole. It is required are wearing to an air blow-off hole and that removal should also be easy. If problems, such as seizure to an air blow-off hole and big modification, are not caused at a plasma metal spray process, it does not interfere that a certain amount of softening, a strong fall, etc. arise. Specifically, not less than 200 °C of heat-resistant temperature is not less than 280 °C preferably.

[0013]Since it will remove and a stopper will usually be discarded if a plasma metal spray finishes, it is required that a manufacturing cost should also be cheap. Depending on a using form, it is needed for cutting to be also easy. Material of a stopper is chosen in consideration of these conditions. Although metal, ceramics, etc. can be used, specifically, it is usually easy to use a resin material. As an example of a resin material, fluoro-resins, such as PTFE and PCTFE, silicone resin, polyimide resin, and polyamideimide resin are mentioned. Here, hard rubber-like resin is also contained in a resin material. If a resin material is the material which does not have adhesion to a thermal spray material of a plasma metal spray, it can prevent covering a stopper top by a thermal insulation film in the case of a plasma metal spray. In the usual plasma metal spray, film formation of the fluoro-resin is not carried out on the surface of a stopper, but they are a desirable material.

[0014]Shape of a stopper is set up according to shape structure of an air blow-off hole. Usually, it is the same sectional shape as an inside diameter of an air blow-off hole, and is made longer than the depth of an air blow-off hole. When inserting and attaching a stopper to an aeration way which is open for free passage to an air blow-off hole, the tip side of a stopper is made to correspond also to shape of an aeration way. By inserting in a stopper from an air blow-off hole to an aeration way, immobilization of a stopper becomes more certain and sudden ejection and omission can be prevented. What a constant rate of interference is added for to an outer diameter of a stopper to an inside diameter of an air blow-off hole is effective. By changing a stopper flexibly and inserting in an air blow-off hole, immobilization of a stopper becomes certain. Even if external force, such as plasma pressure and a blast injection pressure, is added or thermal expansion arises, a blockade of an air blow-off hole by a stopper can maintain certainly. Concrete interference changes with construction material and service conditions of a stopper and a tail pipe. If the head of a stopper is hit and changed with a hammer etc. after insertion even if it is in a state where there is no interference, when inserting a stopper in an air spit hole, an outer diameter of a stopper can swell and

interference can be produced substantially.

[0015] If a taper and a radius of circle are provided at a tip of a stopper, it will become easy to perform insertion. It is useful for insertion of a stopper with interference especially described above. A taper may be formed in an overall length of a stopper. Adhesion with an air blow-off hole can also be raised by these projections, or elastic deformation or permanent deformation of the dent circumference by providing a projection and a dent in a part which contacts an inner surface of an air blow-off hole among stoppers. Where an air blow-off hole is equipped, a certain way is fully apt for the length of a portion which projects in the exterior of an air blow-off hole to perform [ a stopper ] attachment work of a stopper. When attaching a stopper manually, it is desirable for the length of a portion which comes outside an air blow-off hole among stoppers to have a margin of a grade which can be dealt with by a hand. A dent, a level difference, etc. which hook fingers on this portion can also be provided. When attaching by automatic contrivance or a tool, it is made shape doubled with structure of those tools and mounting mechanisms. It is preferred that length which projects rather than an air blow-off hole among stoppers can specifically be set as 1–20 mm, and there is about 9–15 mm.

[0016] After equipping an air blow-off hole with a stopper, a stopper of a portion which projects from an air blow-off hole is excisable. This is effective in preventing thickness from a stopper interfering with a flow of a thermal spray material by a plasma metal spray, and a thermal insulation film not being formed around an air blow-off hole, or becoming thin. A part etc. can also be provided in a periphery of a stopper in a slight neck for making removing operation of the above projection parts easy to perform, a break, and weakness. A stopper can be manufactured with metallic mold shaping. Various production means, such as extrusion molding, drawing-out shaping, cutting, are also applicable.

[0017] If work of excising stopper material outside an air blow-off hole is repeated for every air blow-off hole after preparing stopper material of long rod form or the shape of a code as a stopper and inserting a tip of stopper material in an air blow-off hole, By one long stopper material, many air blow-off holes can be equipped with a stopper one by one.

[Use of a stopper] A stopper is packed and closed in a stage until it performs a plasma metal spray process to an air blow-off hole of a tail pipe. It may be just before a plasma metal spray, it performs in front of a plasma metal spray, and a stopper can also be attached before performing a previous process which has influence of a foreign matter invading into an air blow-off hole etc. There is blasting as a previous process in front of such a plasma metal spray. Blasting is effective in making a treated surface of a plasma metal spray coarse, and raising bonding strength of a \*\*\*\* film. If a stopper closes an air blow-off hole, an abrasive grain of blasting can be prevented from getting it blocked.

[0018] Attachment of a stopper may be performed manually and it can also carry out using a tool or a mechanical apparatus. Automated equipment like a robot can also be used. Work which removes a portion which projects from an air blow-off hole among stoppers, or separates a portion stuffed into an air blow-off hole from long stopper material can also be manually done using a knife, a cutter, a nipper, etc., and various cutting tools and a cutting device can also be used. It is effective in a stopper only for thickness of a soleplate projecting on an air blow-off hole, and making a projection amount regularity around a stopper, if it is in a state which placed a soleplate of fixed thickness and a stopper is excised on the upper surface of a soleplate on the surface of a tail pipe.

[0019]If a hammer etc. strike the head of a stopper after inserting when inserting in an air blow-off hole or, a stopper can be firmly attached to an air blow-off hole. It is effective in attaching a stopper of a major diameter rather than an air spit hole especially. After inserting a small stopper for a while rather than an air blow-off hole, the head of a stopper can be hit, a diameter direction can be expanded and an air blow-off hole can also be made to carry out adhesion immobilization. It is preferred that the upper part of a stopper has projected a few where attachment to an air blow-off hole is completed. It can prevent a thermal insulation film from covering a stopper in the case of a plasma metal spray. Work will become easy, if a projection part is used when removing a stopper.

[0020][Plasma metal spray process] It can carry out by the same device and processing condition as formation of a thermal insulation film to the usual tail pipe. Before a plasma metal spray, various kinds of head end processes can also be performed to a tail pipe inner surface. It is the blasting. A plasma metal spray is performed to the whole or a part of tail pipe inner surface containing an air blow-off hole to which a stopper was attached. As a processing condition of a plasma metal spray, it can set up suitably in the same condition range as the usual plasma metal spray art. Various kinds of tail end processes can be performed after an end of a plasma metal spray if needed. When laminating two or more material layers and forming a thermal insulation film, a thermal spray material may be changed and a plasma metal spray of multiple times may be performed. For example, an undercoat layer and a topcoat layer may be formed in piles.

[0021][Withdrawal of a stopper] As long as a stopper is after a thermal insulation film was formed by a plasma metal spray, it may be removed immediately, as long as a way which closed an air blow-off hole also with subsequent down stream processing avoids, keeps a stopper attached and may remove a stopper after that. The removing operation of a stopper can hold and draw out the projection part, if some stoppers have projected rather than an air blow-off hole. A needlelike tool and a knife can be thrust into the upper part of a stopper, and can also be taken out.

[0022]

[Embodiment of the Invention][Structure of a tail pipe] The tail pipe 10 of the gas turbine shown in drawing 1 shows typically the structure of the tail pipe 10 provided in the gas turbine for power generation. Fundamental composition is mostly common although the constructional detail of the tail pipe 10 changes according to the use and form of a gas turbine. The tail pipe 10 is a tail edge of the burner 20, and is installed before [ of accommodating the turbine blade 32 ] the entrance of the turbine room 30. As an arrow shows, the hot combustion gas emitted with the burner 20 passes the tail pipe 10, and is supplied to the turbine room 30.

[0023]The tail pipe 10 has the thick burner 20 side in comparison, and the turbine-blade 32 side is making taper tubed narrow in comparison. As for the material of the tail pipe 10, heat-resistant alloys, such as the Hastelloy alloy, are used. The air blow-off hole 18 located in a line with seriate at the interval narrow to a hoop direction is formed in the downstream near the turbine blade 32 by the inner surface of the tail pipe 10. The sequence of the air blow-off hole 18 opens an interval in the shaft orientations of the tail pipe 10, and plural lines are provided. The air blow-off hole 18 does not provide in tail pipe 10 inner surface of the side near the burner 20. As shown in drawing 2 in detail, the air blow-off hole 18 makes cylindrical shape, carries out an opening to the inner surface of the tail pipe 10, and continues to the middle of thickness. The aeration way 16 is established in Kabeuchi of the tail pipe 10. In the aeration way 16, the air sink hole 14

which carries out an opening to the outside surface of the tail pipe 10 is open for free passage, and air flows into the inside of the tail pipe 10 from the exterior of the tail pipe 10 on it through the air sink hole 14, the aeration way 16, and the air blow-off hole 18.

[0024]The inner surface of the tail pipe 10 is covered all over almost, and the thermal insulation film 40 is formed. The thermal insulation film 40 is formed of the plasma metal spray. As a material of the thermal insulation film 40, 200–500–micrometer–thick zirconia membrane is formed.

[Coating of a thermal insulation film] At the time of manufacture of the tail pipe 10, or repair, coating work of the thermal insulation film 40 is performed. Before starting the coating work by a plasma metal spray, as shown in drawing 2, the air blow-off hole 18 of the tail pipe 10 is equipped with the stopper 50.

As shown in <stopper> drawing 3, the whole makes cylindrical shape mostly and shaping manufacture of the stopper 50 is carried out by Teflon resin (a trade name, Du Pont PTFE resin, heat-resistant temperature of 288 \*\*).

[0025]The general description of PTFE resin is as follows.

Tensile strength :140–350 kgf/cm<sup>2</sup> (13700–34300kPa)

Elongation :200–400% compressive strength : 120 kgf/cm<sup>2</sup> (11800kPa)

Hardness The rate of :Shore D50–55 bending flexibility:  $3.5 \times 10^{-3}$ – $6.3 \times 10^{-3}$  kgf/cm<sup>2</sup> ( $3.4 \times 10^{-5}$ – $6.2 \times 10^{-5}$  kPa)

Modulus of elasticity in tension:  $4.0 \times 10^3$  kgf/cm<sup>2</sup> ( $3.9 \times 10^5$  kPa)

Dynamic friction coefficient: The plate piece–like projection 54 is formed in the lower end of the 0.10 stopper 50. Although the whole makes a rectangle mostly in the projection 54, the lower side is the tilting edge 55.

[0026]As shown in drawing 4, the stopper 50 is used attaching to the air blow-off hole 18. The outside of the stopper 50 fits into the inside diameter of the air blow-off hole 18, and is fixed to it. The projection 54 at the tip of the stopper 50 gets into the aeration way 16. Thus, it is attached to the air blow-off hole 18 in the state where the stopper 50 was firmly stabilized by inserting in the stopper 50 to the aeration way 16. The concrete example of a size of the stopper 50 is shown. They are 15 mm in outer diameter  $4.1\text{mm}\phi$  and overall height (before cutting), 3.8 mm in height of the projection 54, and 1.4 mm in width of the projection 54. They are  $4.1 \times 0.1$  mm in inside diameter of the air blow-off hole 18, and 1.7 mm in depth.

[0027][Coating work] As shown also in drawing 4 or drawing 2, the stopper 50 is packed and closed to the air blow-off hole 18 of the range which forms the thermal insulation film 40. The projection 54 of the stopper 50 long in comparison is easy for mounting work, if it has an opposite hand in a hand and inserts in the air blow-off hole 18. Since the tip of the projection 54 is a tilting edge, it is easy to insert the projection 54 in the aeration way 16 in the inner part of the air blow-off hole 18. As shown in drawing 2, some stoppers 50 will be projected for a long time besides the air blow-off hole 18. This projection part is excised with a knife etc., and from the common-law marriage of the air blow-off hole 18, the upper bed of the stopper 50 carries out to such an extent that it projects slightly (refer to drawing 4). Specifically, about 1.5 mm projects. Since a plasma metal spray may attain to even the inside of the air blow-off hole 18 if the upper bed of the stopper 50 is lower than the common-law marriage of the air blow-off hole 18, it is not desirable.

[0028]Where the air blow-off hole 18 is equipped with the stopper 50, according to the usual down stream processing, the thermal insulation film 40 by a plasma metal spray is formed. A thermal spray material does not adhere to the surface of the stopper 50 which consists of the above mentioned material, and the



thermal insulation film 40 is not formed. If the stopper 50 is removed after the thermal insulation film 40 is formed by a plasma metal spray, the air blow-off hole 18 can be made opened for traffic. Since the material of a plasma metal spray has not adhered to the inner surface of the air blow-off hole 18, it is not necessary to clean the inside of the air blow-off hole 18 one by one, or to work adherence thing removal.

[The using form which strikes a stopper] The structure and means of attachment of the stopper 50 are [embodiment shown in drawing 5] different from said embodiment.

[0029]As for the stopper 50, as shown in drawing 5 (a), the whole makes cylindrical shape, it is not formed in a lower end but, as for the projection 54, the taper part 56 is formed. The outer diameter of the stopper 50 is set as eye small \*\* for a while rather than the inside diameter of the air blow-off hole 18. Therefore, the work which inserts the stopper 50 in the air blow-off hole 18 can be done smoothly lightly in comparison. Work becomes easy and efficient even when inserting many stoppers 50. The stopper 50 excises an excessive projection part and changes it into the state of projecting for a while from the air blow-off hole 18.

[0030]Then, as shown in drawing 5 (b), a hammer etc. strike the head of the stopper 50. The stopper 50 changes so that it may blister to the periphery side, while being crushed up and down. As a result, the outer diameter of the stopper 50 is strongly forced to the inside diameter of the air blow-off hole 18, and is fixed. In this state, interference will have arisen substantially between the stopper 50 and the air blow-off hole 18. While the insertion to the air blow-off hole 18 of the stopper 50 is easy for the above-mentioned embodiment, the final attachment state is firm, it is a coating process by plasma irradiation, and that the stopper 50 separates or a crevice arises can prevent certainly.

[0031]Even if the air blow-off hole 18 is changing by the manufacturing process of the tail pipe 10 or there is an error of a size or shape, by changing the stopper 50, it can be made to be able to stick that there is certainly no crevice, and can attach. As another embodiment, it is formed in the major diameter rather than the air blow-off hole 18, and the method which insertion hits the head of the stopper 50 with a hammer etc., and drives in the air blow-off hole 18 forcibly using the difficult stopper 50 can also be adopted as it is. if there is the taper part 56 also in this case — insertion — it is easy.

[0032]

[Effect of the Invention]Since the thermal insulation film by a plasma metal spray is coated with the coating method of the gas turbine tail pipe concerning this invention after a stopper closes the air blow-off hole which exists in the inner surface of a tail pipe, coating material invading into an air blow-off hole, or adhering can prevent certainly. Since a stopper is attached firmly enough by the easy work inserted in an air blow-off hole, even if the pressure and other external force of plasma flow are added, it separates indiscriminately or it does not come floating.

[0033]Since a binder etc. adhere and will not remain inside an air blow-off hole if a stopper is removed after a thermal insulation film is formed, troublesome work which can exhibit the function of an air blow-off hole good, and cleans the inside of an air blow-off hole, or removes an adherence thing is unnecessary.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]Outline structural drawing showing the embodiment of this invention of the tail pipe portion of a gas turbine

[Drawing 2]The expansion strabism sectional view showing the wall surface structure of a tail pipe

[Drawing 3]The perspective view of a stopper

[Drawing 4]The sectional view of the 2-way which shows the mounting state of a stopper and intersects perpendicularly

[Drawing 5]The sectional view showing gradually the means of attachment of the stopper in another embodiment

[Description of Notations]

10 Tail pipe

14 Air suction opening

16 Aeration way

18 Air exit cone

40 Thermal insulation film

50 Stopper

54 Projection

56 Taper part

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-90229  
(P2003-90229A)

(43)公開日 平成15年3月28日(2003.3.28)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
F 0 2 C	7/00	F 0 2 C	7/00
	7/18		7/18
			D
			C
			C

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2001-285046(P2001-285046)

(22)出願日 平成13年9月19日(2001.9.19)

(71)出願人 501368632

株式会社尼崎特材研

兵庫県尼崎市道意町7丁目17番地2

(72)発明者 武内 順

兵庫県尼崎市道意町7丁目17番地2 株式  
会社尼崎特材研内

(74)代理人 100073461

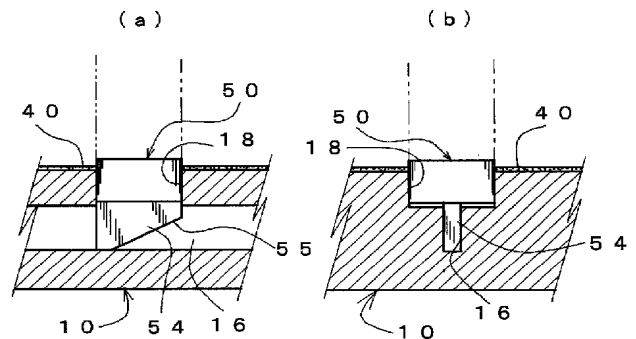
弁理士 松本 武彦

(54)【発明の名称】 ガスタービン尾筒のコーティング方法および詰栓

(57)【要約】

【課題】 ガスタービンの尾筒内面への遮熱膜のコーティング作業を、空気吹出し孔の詰まりや機能障害を起こさせることなく能率的に行う。

【解決手段】 ガスタービンの尾筒10の内面に遮熱膜40を形成する方法であって、尾筒10の内面に開口する多数の空気吹出し孔18に対して、耐熱性材料からなる詰栓50を詰める工程(a)と、尾筒10の内面に、プラズマ溶射によって遮熱膜40をコーティング形成する工程(b)と、詰栓50を撤去する工程(c)とを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガスタービンの尾筒の内面に遮熱膜を形成する方法であって、  
前記尾筒の内面に開口する多数の空気吹出し孔に対して、耐熱性材料からなる詰栓を詰める工程(a)と、  
前記尾筒の内面に、プラズマ溶射によって遮熱膜をコーティング形成する工程(b)と、  
前記詰栓を撤去する工程(c)とを含むガスタービン尾筒のコーティング方法。

【請求項 2】 前記工程(a)が、前記空気吹出し孔への挿入深さよりも十分に長い詰栓を、詰栓の一部が空気吹出し孔の外に突出する状態で詰める工程(a-1)と、詰栓のうち空気吹出し孔の外に突出する部分の少なくとも一部を除去する工程(a-2)とを含む請求項 1 に記載のガスタービン尾筒のコーティング方法。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の方法に用いる詰栓であって、  
フッ素樹脂、シリコン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂からなる群から選ばれる何れか 1 種の耐熱樹脂材料からなり、  
耐熱温度 200～300℃であり、  
前記空気吹出し孔への挿入部分が、前記空気吹出し孔と実質的に同じ断面形状であり、  
全長が、前記空気吹出し孔への挿入深さよりも 1～20 mm 長い詰栓。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ガスタービン尾筒のコーティング方法および詰栓に関し、詳しくは、発電用などに使用されるガスタービンの構成部品で、燃焼器の尾端でタービン翼の手前に配置される尾筒の内面に、遮熱膜をコーティングする方法と、この方法に使用する詰栓とを対象にしている。

## 【0002】

【従来の技術】 ガスタービンの構成部品のうち、燃焼ガスなどが接触して高温に晒される部品には、耐熱合金などが使用されている。特に高温にさらされる個所には、耐熱合金の表面に、さらに遮熱膜をコーティングしておくことが提案されている。遮熱膜として、セラミック材料をプラズマ溶射でコーティングする技術が知られている。プラズマ溶射は、プラズマジェットで溶射材料を加熱および加速し、溶融又はそれに近い状態にして吹き付けて膜を形成させる。遮熱膜を設けるガスタービンの構成部品として、尾筒がある。尾筒は、ガスタービンの燃焼器の尾端で、タービン翼の手前に配置され、燃焼器で発生した高温で高速の燃焼ガスを、タービン翼まで案内する機能を果たす。

【0003】 このような尾筒の内面は、高温高速の燃焼ガスが接触するので、尾筒の材料には、耐熱性に優れた材料が要求される。一般的な尾筒の材料としては、ハス

テロイ合金（商品名、ユニオン・カーバイド社製）などが使用される。尾筒の冷却および燃焼ガスへの空気供給などを目的として、尾筒の内面から尾筒内に空気を吹き出させる技術がある。尾筒の内面には、無数の微細な空気吹出し孔が設けられる。尾筒の壁内には、内面の空気吹出し孔に連通する通気路が設けられ、尾筒の外面には通気路に連通する空気吸込み孔も設けられる。前記した空気吹出し孔を有する尾筒に遮熱膜をコーティングしようとする、コーティング材料が空気吹出し孔の内部まで侵入して固着し、空気吹出し孔が詰まってしまったり、空気吹出しの機能が損なわれたりするという問題が起こる。

【0004】 遮熱膜のコーティング作業で、プラズマ溶射によるコーティングの前処理工程として、尾筒の内面にブラスト加工を行なうが、このブラスト加工で使用する研削材の砥粒が、空気吹き出し孔に詰まることもある。そこで、従来、プラズマ溶射あるいはブラスト加工の前に、尾筒の内面に、空気吹出し孔を覆うカバーテープを貼着しておくことが行なわれている。通常の尾筒では、空気吹出し孔が比較的狭い一定間隔で列状に並んでおり、このような孔列が比較的広い間隔で複数列並んでいる。そこで、前記孔列毎に、粘着剤付きのカバーテープを貼り付けて、空気吹出し孔に溶射材料やブラスト加工の砥粒が侵入するのを防いでいる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、前記したカバーテープは、1 列の空気吹出し孔をまとめて覆うので、各空気吹出し孔の中間部分の尾筒内面についてもカバーテープで覆われることになる。カバーテープで覆われた尾筒内面には、遮熱膜が形成されず、遮熱機能が低下するという問題がある。カバーテープを、個々の空気吹出し孔毎に細かく貼り付けることも考えられるが、その場合でも、カバーテープを尾筒内面に確実に固定しておくには、空気吹出し孔の内縁よりも外側で一定の範囲についてはカバーテープを貼りつける必要がある。カバーテープの貼りつけ幅が狭いと、コーティング工程でプラズマ流の圧力などが加わったり、ブラスト加工で砥粒が衝突したりすると、カバーテープが浮いたり剥がれたりして、空気吹出し孔の内部にコーティング材料が侵入する心配がある。

【0006】 さらに、カバーテープを使用する場合、プラズマ溶射によるコーティング作業では、高温のプラズマ流および溶融した溶射材料に晒されて、粘着剤が融けて空気吹出し孔の内部に固着してしまい、カバーテープを剥がしたあとも、空気吹出し孔の内部に残ってしまうことがある。微細な空気吹出し孔の内部に残留して固着した粘着剤を除去するのは、極めて困難な作業である。プラズマ溶射の高熱を受けて空気吹出し孔に焼き付くように固着した粘着剤を除去するのは困難である。しかも、コーティング工程のあとで、全ての空気吹出し孔に

ついて、その内部に粘着剤が固着していないかどうかを検査するのは、複雑な形状の尾筒の内部では実質的に不可能である。

【0007】そこで、本発明の課題は、前記した尾筒内面への遮熱膜のコーティング作業を、空気吹出し孔の詰まりや機能障害を起こさせることなく能率的に行なえるようにすることである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明にかかるガスタービン尾筒のコーティング方法は、ガスタービンの尾筒の内面に遮熱膜を形成する方法であって、前記尾筒の内面に開口する多数の空気吹出し孔に対して、耐熱性材料からなる詰栓を詰める工程(a)と、前記尾筒の内面に、プラズマ溶射によって遮熱膜をコーティング形成する工程(b)と、前記詰栓を撤去する工程(c)とを含む。

〔ガスタービン尾筒〕ガスタービンおよび尾筒としては、通常の構造を備えたものに適用できる。

【0009】ガスタービンには、発電用、機関駆動用などがあり、容量にもkW単位から数千MWクラスのものまであり、それら何れの用途のものにも適用できる。特に、燃焼温度の高温化が志向されている大型の発電用ガスタービンに有用である。尾筒は、ガスタービンの燃焼器の尾端とタービン翼列の入口との間に配置され、燃焼ガスをタービン翼へと案内する機能を果たす。尾筒の材料は、高温の燃焼ガスとの接触に耐える耐熱材料が使用される。具体的には、ハステロイ合金（商品名、ユニオン・カーバイド社製）などが使用される。

【0010】尾筒の形状は、基本的には、燃焼器の尾端形状とタービン翼列の入口形状とを滑らかにつなぐ概略テーパ筒状をなしている。尾筒の内面には、空気吹出し孔が設けられている。空気吹出し孔には、尾筒の外部から空気が流入し、尾筒の内部空間に空気を供給する。この空気は、燃焼ガスおよび尾筒内面の温度を下げる作用がある。タービン翼に加える空気の運動エネルギーを増加させる作用もある。空気吹出し孔の径や形状は、特に限定されないが、一般的には、断面円形の柱状をなし、口径1～10mmの範囲に設定される。断面が楕円形やスリット状の空気吹出し孔もある。空気吹出し孔は、尾筒の周方向に間隔をあけて列状に配置され、この列を尾筒の軸方向に間隔をあけて複数列設けるのが一般的である。尾筒の軸方向で、タービン翼に近い下流側では空気吹出し孔の配置密度が高く、上流側になると空気吹出し孔は少なくなり、燃焼器に近い側には空気吹出し孔が設けられないことが多い。

【0011】尾筒の壁面内には、複数の空気吹出し孔に連通する通気路が設けられ、通気路は壁面の外面側に設けられた空気吸込み孔に連通している。尾筒の外側空間の空気が、空気吸込み孔から通気路、空気吹出し孔を経て、尾筒の内部空間に供給される。この間、空気によって尾筒が冷却される作用が発揮される。

〔遮熱膜〕尾筒の内面には、燃焼ガスの高温が尾筒および外部に伝達されるのを遮り、尾筒を含むガスタービン構造の耐熱性を向上させるために、遮熱膜が設けられる。遮熱膜としては、耐熱性あるいは遮熱効果に優れたセラミック材料や合金材料をプラズマ溶射によって尾筒内面にコーティング形成する。通常、燃焼筒の入口温度で800～1600℃程度にもなるので、尾筒についても、かなりの高温に晒されることになる。遮熱膜としては、このような高温環境に対応する耐熱性を発揮できる材料が使用される。具体的な遮熱膜の材料としては、ジルコニア、 $ZrO_2-8Y_2O_3$ 、 $ZrO_2-24MgO$ 、 $CoNiCrAlY$ （コニクラリー合金）、 $NiCrAlY$ （ニクラリー合金）などが挙げられる。材料の異なる層を積層して遮熱膜を構成する場合もある。通常、合金材料からなるアンダーコート層と、セラミック材料からなるトップコート層とを組み合わせる。遮熱膜の厚みは、使用材料や要求性能によっても異なるが、通常は、全体で300～600μmの範囲である。

【0012】〔詰栓〕プラズマ溶射による遮熱膜の形成工程において、空気吹出し孔を塞いでおく役目を果たす。詰栓の材料に要求される特性は、上記プラズマ溶射の間、空気吹出し孔を確実に塞いで、空気吹出し孔の内側に遮熱膜の材料などが侵入しないようにできることである。また、空気吹出し孔への装着と取り外しが容易であることも要求される。なお、プラズマ溶射工程で、空気吹出し孔への焼き付きや大きな変形などの問題を起こさなければ、ある程度の軟化や強度の低下などが生じることは差し支えない。具体的には、耐熱温度が200℃以上、好ましくは280℃以上である。

【0013】詰栓は、通常、プラズマ溶射が終われば撤去して廃棄されるので、製造コストが安価であることも要求される。使用形態によっては、切断が容易であることも必要になる。これらの条件を考慮して、詰栓の材料を選択する。具体的には、金属やセラミックなども使用できるが、通常は、樹脂材料が使用し易い。樹脂材料の具体例として、PTFE、PCTFEなどのフッ素樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂が挙げられる。ここで、樹脂材料には、硬質ゴム状の樹脂も含まれる。樹脂材料が、プラズマ溶射の溶射材料に対して付着性のない材料であれば、プラズマ溶射の際に詰栓の上が遮熱膜で覆われてしまうことが防げる。前記したフッ素樹脂などは、通常のプラズマ溶射では詰栓の表面に膜形成されず、好ましい材料である。

【0014】詰栓の形状は、空気吹出し孔の形状構造に合わせて設定される。通常は、空気吹出し孔の内径と同じ断面形状で、空気吹出し孔の深さよりも長くする。詰栓を、空気吹出し孔に連通する通気路まで挿入して取り付ける場合には、詰栓の先端側は通気路の形状にも対応させておく。詰栓を空気吹出し孔から通気路まで嵌め込むことで、詰栓の固定がより確実に、不意の抜け出

しや脱落が防止できる。空気吹出し孔の内径に対して、詰栓の外径に、一定量の締め代を加えておくことが有効である。詰栓を弾力的に変形させて空気吹出し孔に嵌入することで、詰栓の固定が確実になる。プラズマ圧力やプラスト噴射圧力などの外力が加わったり、熱膨張が生じたりしても、詰栓による空気吹出し孔の閉塞が確実に維持できる。具体的な締め代は、詰栓および尾筒の材質や使用条件によって違ってくる。詰栓を空気吹き出し孔に挿入する際には、締め代がない状態であっても、挿入後に詰栓の頭をハンマーなどで叩いて変形させると、詰栓の外径が膨らんで、実質的に締め代を生じさせることができる。

【0015】詰栓の先端に、テーパや丸みを設けておけば、挿入作業が行ない易くなる。特に、前記した締め代のある詰栓の挿入に役立つ。詰栓の全長にテーパを設けてもよい。詰栓のうち、空気吹出し孔の内面に当接する個所に突起や凹みを設けておくことで、これら突起や凹み周辺の弾性変形あるいは永久変形によって空気吹出し孔との密着性を向上させることもできる。詰栓は、空気吹出し孔に装着した状態で、空気吹出し孔の外部に突出する部分の長さが十分にあるほうが、詰栓の取り付け作業が行ない易い。詰栓を手作業で取り付ける場合は、詰栓のうち空気吹出し孔よりも外に出る部分の長さが、手先で取り扱える程度の余裕を持っていることが望ましい。この部分に、手指を引っ掛ける凹みや段差などを設けておくこともできる。自動装置や工具で取り付ける場合は、それらの工具や取り付け機構の構造に合わせた形状にしておく。具体的には、詰栓のうち、空気吹出し孔よりも突出する長さを、1～20mmに設定でき、9～15mm程度あるのが好ましい。

【0016】なお、詰栓を空気吹出し孔に装着したあと、空気吹出し孔から突出する部分の詰栓は、切除しておくことができる。これは、詰栓がプラズマ溶射で溶射材料の流れを邪魔して、空気吹出し孔の周囲で遮熱膜が形成されなかったり厚みが薄くなったりするのを防止するのに有効である。詰栓の外周には、前記のような突出部分の除去作業を行ない易くするためのクビレや切れ目、弱め部などを設けておくこともできる。詰栓は、金型成形によって製造することができる。押出成形や引拔成形、切削加工などの各種製造手段も適用できる。

【0017】詰栓として、長い棒状あるいはコード状の詰栓材を用意しておき、詰栓材の先端を空気吹出し孔に嵌め込んだ後、空気吹出し孔の外で詰栓材を切除するという作業を、それぞれの空気吹出し孔毎に繰り返せば、1本の長い詰栓材で、多数の空気吹出し孔に順次、詰栓を装着することができる。

〔詰栓の使用〕プラズマ溶射工程を実行するまでの段階で、尾筒の空気吹出し孔に詰栓を詰めて塞いでおく。プラズマ溶射の直前であってもよいし、プラズマ溶射の前に実行され、空気吹出し孔に異物が侵入するなどの影響

を及ぼす前工程を行なう前に、詰栓を取り付けておくこともできる。このようなプラズマ溶射前の前工程として、プラスト加工がある。プラスト加工は、プラズマ溶射の処理面を粗くして、社熱膜の接合強度を向上させるのに有効である。空気吹出し孔を詰栓で塞いでおけば、プラスト加工の砥粒が詰まることを防止できる。

【0018】詰栓の取り付けは、手作業で行ってもよいし、工具や機械装置を用いて行なうこともできる。ロボットのような自動化装置も使用できる。詰栓のうち、空気吹出し孔から突出する部分を除去したり、長い詰栓材から空気吹出し孔に詰め込んだ部分を分離したりする作業は、ナイフやカッター、ニッパなどを用いて手作業で行なうこともできるし、各種切断工具や切断装置を使用することもできる。詰栓の周囲で尾筒の表面に、一定厚みの敷板を置いた状態で、敷板の上面で詰栓を切除すると、敷板の厚み分だけの詰栓が、空気吹出し孔の上に突出することになり、突出量を一定にするのに有効である。

【0019】空気吹出し孔に挿入する際、または、挿入した後で、詰栓の頭をハンマーなどで叩くと、詰栓を空気吹出し孔に強固に取り付けることができる。特に、空気吹き出し孔よりも大径の詰栓を取り付けるのに有効である。また、空気吹出し孔よりも少し小さな詰栓を挿入したあと、詰栓の頭を叩いて径方向に膨張させて、空気吹出し孔に密着固定させることもできる。空気吹出し孔への取り付けが完了した状態で、詰栓の上部が少し突出しているのが好ましい。それによって、プラズマ溶射の際に、遮熱膜が詰栓を覆ってしまうことが防げる。また、詰栓を取り外す際に、突出部分を利用すれば、作業が容易になる。

【0020】〔プラズマ溶射工程〕通常の尾筒に対する遮熱膜の形成と同様の装置および処理条件で実施できる。プラズマ溶射の前に、尾筒内面に対して各種の前処理工程を行なっておくこともできる。前記したプラスト加工などである。プラズマ溶射は、詰栓が取り付けられた空気吹出し孔を含む尾筒内面の全体あるいは一部に行なわれる。プラズマ溶射の処理条件としては、通常のプラズマ溶射技術と同様の条件範囲で適宜に設定することができる。プラズマ溶射の終了後、必要に応じて各種の後処理工程を行なうことができる。遮熱膜を、複数の材料層を積層して形成する場合などは、溶射材料を変えて、複数回のプラズマ溶射を行なう場合もある。例えば、アンダーコート層とトップコート層とを重ねて形成する場合がある。

【0021】〔詰栓の撤去〕詰栓は、プラズマ溶射で遮熱膜が形成された後であれば、直ぐに撤去してもよいし、その後の処理工程でも空気吹出し孔を塞いでおいたほうがよければ、詰栓を取り付けたままにしておき、その後に詰栓を撤去してもよい。詰栓の撤去作業は、詰栓の一部が空気吹出し孔よりも突出していれば、その突出

部分を掴んで引き抜くことができる。針状の工具やナイフを詰栓の上部に突き刺して取り出すこともできる。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】〔尾筒の構造〕図1に示すガスタービンの尾筒10は、発電用のガスタービンに設けられる尾筒10の構造を模式的に示している。ガスタービンの用途や形式によって、尾筒10の細部構造は変わるが、基本的な構成はほぼ共通している。尾筒10は、燃焼器20の尾端で、タービン翼32を収容するタービン室30の入口の手前に設置される。燃焼器20で発生した高温の燃焼ガスが、矢印で示すように、尾筒10を通過してタービン室30に供給される。

【0023】尾筒10は、燃焼器20側が比較的太く、タービン翼32側が比較的狭いテーパ筒状をなしている。尾筒10の材料は、ハステロイ合金などの耐熱合金が使用される。尾筒10の内面でタービン翼32に近い下流側には、周方向に狭い間隔で列状に並んだ空気吹出し孔18が設けられている。空気吹出し孔18の列は、尾筒10の軸方向に間隔をあけて複数列が設けられている。燃焼器20に近い側の尾筒10内面には、空気吹出し孔18は設けない。図2に詳しく示すように、空気吹出し孔18は、円柱状をなし、尾筒10の内面に開口し、厚みの途中までつづいている。尾筒10の壁内には通気路16が設けられている。通気路16には、尾筒10の外面に開口する空気吸込み孔14が連通しており、尾筒10の外部から、空気吸込み孔14、通気路16、空気吹出し孔18を経て、尾筒10の内部へと空気が流入する。

【0024】尾筒10の内面には、ほぼ全面にわたって、遮熱膜40が形成されている。遮熱膜40は、プラズマ溶射によって形成されている。遮熱膜40の材料として、厚み200～500 $\mu$ mのジルコニア膜が形成される。

〔遮熱膜のコーティング〕尾筒10の製造時あるいは補修時に、遮熱膜40のコーティング作業を行う。プラズマ溶射によるコーティング作業を開始する前に、図2に示すように、尾筒10の空気吹出し孔18に、詰栓50を装着する。

＜詰栓＞図3に示すように、詰栓50は、全体がほぼ円柱状をなし、テフロン樹脂（商品名、デュポン社製PTFE樹脂、耐熱温度288℃）で成形製造されている。

【0025】PTFE樹脂の一般的性状は以下の通りである。

引張強さ：140～350 kgf/cm<sup>2</sup>（13700～34300 kPa）

伸び：200～400%

圧縮強さ：120 kgf/cm<sup>2</sup>（11800 kPa）

かたさ：ショアーD50～55

曲げ弾性率：3.5×10<sup>3</sup>～6.3×10<sup>3</sup> kgf/cm

m<sup>2</sup>（3.4×10<sup>5</sup>～6.2×10<sup>5</sup> kPa）

引張弾性率：4.0×10<sup>3</sup> kgf/cm<sup>2</sup>（3.9×10<sup>5</sup> kPa）

動摩擦係数：0.10

詰栓50の下端には、板片状の突起54が設けられている。突起54は、全体がほぼ矩形をなすが、下辺が傾斜辺55となっている。

【0026】図4に示すように、詰栓50は空気吹出し孔18に取り付けて使用される。詰栓50の外形が空気吹出し孔18の内径に嵌り込んで固定される。詰栓50の先端の突起54は、通気路16に嵌り込んでいる。このように、通気路16まで詰栓50を嵌め込んでおくことで、詰栓50を強固に安定した状態で空気吹出し孔18に取り付けられる。詰栓50の具体的な寸法例を示す。外径4.1 mm $\phi$ 、全高（切断前）15 mm、突起54の高さ3.8 mm、突起54の幅1.4 mmである。なお、空気吹出し孔18の内径4.1±0.1 mm、深さ1.7 mmである。

【0027】〔コーティング作業〕図4あるいは図2にも示すように、遮熱膜40を形成する範囲の空気吹出し孔18に、詰栓50を詰めて塞ぐ。比較的長い詰栓50の、突起54とは反対側を手にとって、空気吹出し孔18に挿入すれば、取付作業は容易である。突起54の先端が傾斜辺になっているので、突起54を空気吹出し孔18の奥の通気路16に挿入し易い。図2に示すように、詰栓50の一部は空気吹出し孔18の外に長く突出した状態になる。この突出部分はナイフなどで切除し、詰栓50の上端が空気吹出し孔18の内縁から、わずかに突出する程度にしておく（図4参照）。具体的には、1.5 mm程度が突出する。詰栓50の上端が空気吹出し孔18の内縁よりも低いと、空気吹出し孔18の内部にまでプラズマ溶射が及ぶ可能性があるため、好ましくない。

【0028】空気吹出し孔18に詰栓50が装着された状態で、通常の処理工程にしたがって、プラズマ溶射による遮熱膜40の形成を行なう。前記した材料からなる詰栓50の表面には溶射材料は付着せず、遮熱膜40は形成されない。プラズマ溶射で遮熱膜40が形成されたあと、詰栓50を撤去すれば、空気吹出し孔18を開通させることができる。空気吹出し孔18の内面にはプラズマ溶射の材料が付着していないので、空気吹出し孔18の内部をいちいち清掃したり固着物除去の作業を行ったりする必要はない。

〔詰栓を叩く使用形態〕図5に示す実施形態は、詰栓50の構造および取付方法が、前記実施形態と相違する。

【0029】図5（a）に示すように、詰栓50は、全体が円柱状をなし、下端には突起54は形成されておらず、テーパ部56が形成されている。詰栓50の外径は、空気吹出し孔18の内径よりも少し小さ目に設定されている。したがって、詰栓50を空気吹出し孔18に

挿入する作業は、比較的軽くスムーズに行える。多数の詰栓 50 を挿入する場合でも、作業は容易で能率的となる。詰栓 50 は、余分の突出部分を切除して、空気吹出し孔 18 から少し突出する状態にする。

【0030】その後、図 5 (b) に示すように、詰栓 50 の頭をハンマーなどで叩く。詰栓 50 は上下に押しつぶされるとともに、外周側に膨れるように変形する。その結果、詰栓 50 の外径が空気吹出し孔 18 の内径に強く押し付けられて固定される。この状態では、詰栓 50 と空気吹出し孔 18 との間に、実質的に締め代が生じていることになる。上記実施形態は、詰栓 50 の空気吹出し孔 18 への挿入作業が容易であるとともに、最終的な取り付け状態は強固であり、プラズマ照射によるコーティング工程で、詰栓 50 が外れたり隙間が生じたりすることが確実に阻止できる。

【0031】さらに、尾筒 10 の製造過程で空気吹出し孔 18 が変形していたり、寸法や形状の誤差があったりしても、詰栓 50 を変形させることで、確実に隙間なく密着させて取り付けることができる。さらに別の実施形態として、空気吹出し孔 18 よりも大径に形成されてい

て、そのままでは挿入が困難な詰栓 50 を用い、詰栓 50 の頭をハンマーなどで叩いて空気吹出し孔 18 に無理やり叩き込む方法も採用できる。この場合も、テーパ部 56 があると挿入容易である。

【0032】

【発明の効果】本発明にかかるガスタービン尾筒のコーティング方法では、尾筒の内面に存在する空気吹出し孔を詰栓で塞いでから、プラズマ溶射による遮熱膜のコーティングを行なうので、空気吹出し孔にコーティング材

料が侵入したり固着したりすることが確実に防止できる。詰栓は、空気吹出し孔に嵌め込むだけの簡単な作業で、十分に強固に取り付けられるので、プラズマ流の圧力その他の外力が加わっても、みだりに外れたり浮き上がったりすることはない。

【0033】遮熱膜が形成されたあと、詰栓を撤去すれば、空気吹出し孔の内部に粘着剤などが固着して残留することもないので、空気吹出し孔の機能は良好に発揮でき、空気吹出し孔の内部を清掃したり固着物を除去したりするような面倒な作業は不要である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態を表すガスタービンの尾筒部分の概略構造図

【図 2】 尾筒の壁面構造を示す拡大斜視断面図

【図 3】 詰栓の斜視図

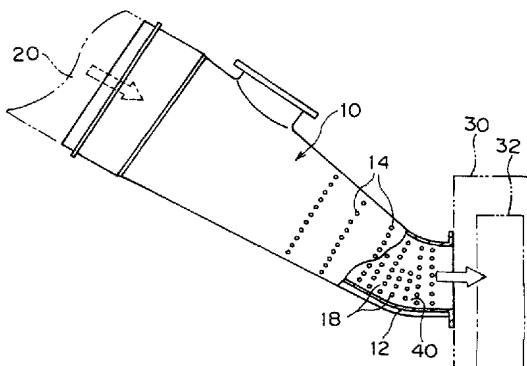
【図 4】 詰栓の取付状態を示し、直交する 2 方向の断面図

【図 5】 別の実施形態における詰栓の取付方法を段階的に示す断面図

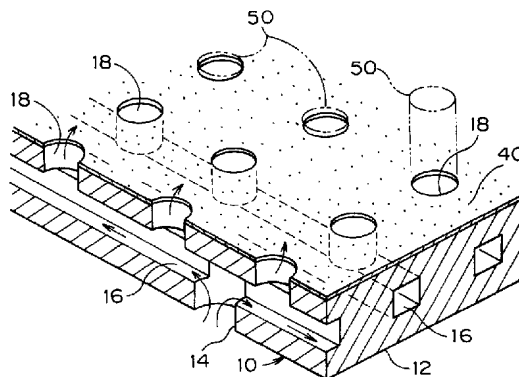
【符号の説明】

- 10 尾筒
- 14 空気吸込み口
- 16 通気路
- 18 空気吹出し口
- 40 遮熱膜
- 50 詰栓
- 54 突起
- 56 テーパ部

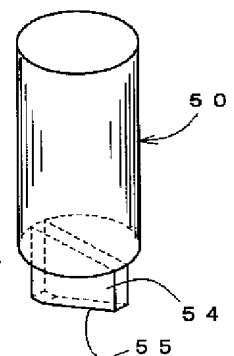
【図 1】



【図 2】

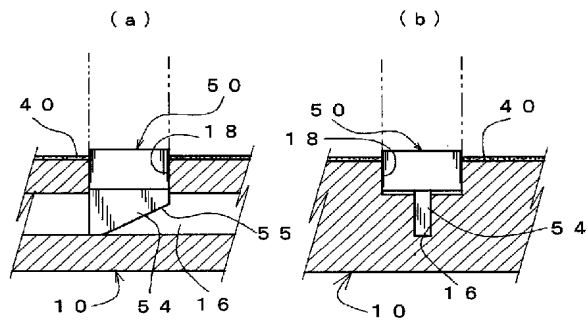


【図 3】





【図4】



【図5】

